

2.2758 PC



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 41 09 407 A 1**

51 Int. Cl.⁵:
B 21 J 5/02
B 21 J 5/12
B 21 J 9/02
B 21 J 13/02
B 21 K 1/30

21 Aktenzeichen: P 41 09 407.7
22 Anmeldetag: 22. 3. 91
43 Offenlegungstag: 24. 9. 92

DE 41 09 407 A 1

71 Anmelder:
Langschwager, Ingo, 3014 Laatzen, DE

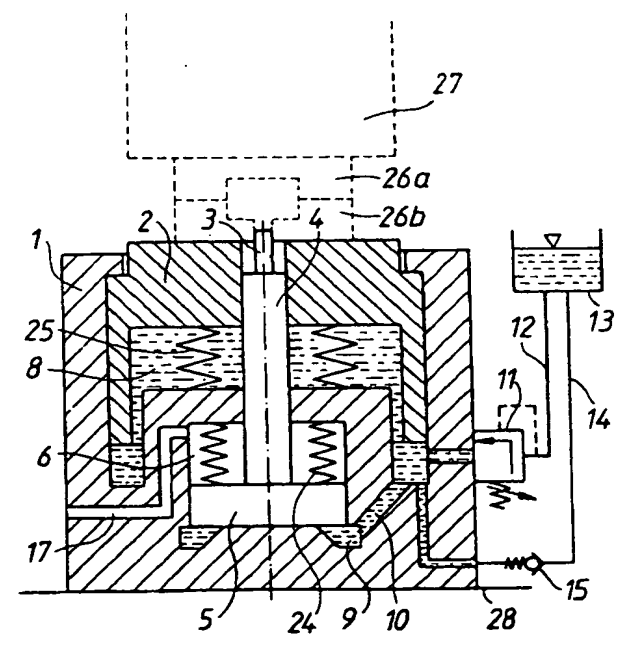
74 Vertreter:
Leine, S., Dipl.-Ing.; König, N., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 3000 Hannover

72 Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zum Präzisionsschmieden auf einfachwirkenden Umformmaschinen

57 Präzisionsschmiedeverfahren, die die Umformung mit einem in den Hohlraum eines geschlossenen Gesenks eindringenden Preßstempel durchführen, eignen sich z. B. zur Herstellung von PKW-Differential-Kegelrädern. Während der Umformung durch den Preßstempel muß das Gesenk gegen den Innendruck geschlossen gehalten werden. Bisher waren hierfür doppeltwirkende Umformmaschinen nötig. Hydraulikpressen sind für die Großserienfertigung zu langsam, während bei Exzenterpressen die Kräfte nicht konstant gehalten werden können. Die erfindungsgemäße Vorrichtung wird auf dem Maschinentisch einer einfachwirkenden Umformmaschine mit Gesenk 26a, 26b montiert. Das Gesenk 26a, 26b befindet sich auf einem Werkzeugkolben 2. Beim Umformen drückt ein Pressenstößel 27 das Gesenk und den Werkzeugkolben 2 nach unten. Der Werkzeugkolben 2 drückt Hydraulikflüssigkeit unter einen Preßstempelkolben 5. Ein Preßstempel 3 steigt nach oben. Die Preßstempelgeschwindigkeit relativ zum Gesenk ist größer als die Pressenstößelgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeiten von Gesenk und Preßstempel sind entgegengesetzt. Der Flüssigkeitsdruck in der Vorrichtung steigt proportional zur Umformkraft. Druckbegrenzungsventile 11 legen den maximalen Druck fest. Die Vorrichtung arbeitet schneller als die Umformmaschine und ermöglicht gleichbleibende Schmiedeergebnisse, da die Maximalkräfte konstant bleiben. Werkzeugkolben 2 und Preßstempelkolben werden nach Beendigung des Umformvorganges mittels geeigneter Rückstellvorrichtungen ...



DE 41 09 407 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Präzisionsschmieden auf einfachwirkenden Umformmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es ist bekannt, Zahnräder, insbesondere Kegelräder, wie sie in Differentialgetrieben von Kraftfahrzeugen verwendet werden, durch Präzisionsschmieden herzustellen. Die Vorteile des Präzisionsschmiedens gegenüber der konventionellen spanenden Fertigung sind die geringere Fertigungszeit und die höhere Festigkeit bei gleichen Abmaßen. Der eigentliche Präzisionsschmiedevorgang verläuft wie folgt: Das vorgewärmte Rohteil wird in eine Gesenkhälfte eingelegt. Das Gesenk wird geschlossen, wobei noch keine Umformung auftritt. Die Umformung wird durch einen Preßstempel vollzogen, der durch einen Kanal in dem Gesenk, in den Gesenkhohlraum so weit eindringt, bis die Gravur vollständig ausgefüllt ist. Während der Umformung müssen von der Umformmaschine zweierlei Kräfte zur Verfügung gestellt werden: Die Preßstempelkraft, d. h. die eigentliche Umformkraft und die Gesenkschließkraft, die sicherstellt, daß sich das Gesenk aufgrund des während der Umformung entstehenden Innendruckes nicht öffnet, was zur Bildung eines Grates und somit zum Ausschluß führen würde. Aus diesem Grund werden Präzisionsschmiedeverfahren wie das oben beschriebene bislang nur auf doppeltwirkenden Umformmaschinen durchgeführt. Es handelt sich hierbei um doppeltwirkende Hydraulik- oder Exzenterpressen.

Beide Maschinen sind teurer als die entsprechenden einfachwirkenden Varianten. Zudem eignet sich keine der beiden Maschinen in optimaler Weise zur Durchführung des Präzisionsschmiedeverfahrens in der Massenfertigung, wie z. B. bei der Herstellung von PKW-Differential-Kegelrädern. Die Gründe hierfür werden im folgenden erläutert.

Bei der Hydraulikpresse werden die Kräfte durch den Druck einer Hydraulikflüssigkeit auf entsprechende Kolben aufgebracht. Ein großer Hydraulikkolben sorgt für die Schließkraft der Gesenkhälften, während ein kleinerer die für die Umformung benötigte Preßstempelkraft aufbringt. Der Druck wird durch einen Kompressor erzeugt. Der Vorteil dieser kraftgebunden arbeitenden Maschine liegt darin, daß die auftretenden Kräfte konstant gehalten werden können, was zu gleichbleibenden Schmiedeergebnissen führt. Der Nachteil besteht darin, daß bei gleichbleibender Kompressorleistung der geförderte Volumenstrom mit zunehmendem Druck immer kleiner wird, was bedeutet, daß die Vorschubgeschwindigkeit immer geringer wird. Dies führt zu einer langsamen Umformung und zu einer entsprechend großen Druckberührzeit. Eine große Druckberührzeit erhöht den Verschleiß des Gesenks, wodurch dessen Standzeit verringert wird.

Exzenterpressen arbeiten schneller als Hydraulikpressen. Ihr Nachteil in bezug auf die Verwendung des Präzisionsschmiedeverfahrens liegt darin, daß der Preßstempelhub durch die konstruktiv bedingte Exzentrizität der Maschine fest vorgegeben ist. Dies wird kurz erläutert: Aus fertigungstechnischen Gründen ist es nicht möglich, exakt volumengleiche Schmiederohlinge herzustellen. Da aber zum einen das Gesenk stets geschlossen bleiben muß und auch keine Ausgleichsräume (die zur Gratbildung führen würden) besitzt, zum anderen der Preßstempel so weit vorgeschoben werden muß, daß die Gravur vollständig ausgefüllt wird, folgt, daß sich der Preßstempelhub variabel den Rohlingen mit

ihren unterschiedlichen Volumina anpassen muß. Auch für den Fall von Längenveränderungen bei der Umformmaschine aufgrund von Wärmedehnung gilt diese Forderung. Natürlich ließe sich bei geeigneter Konstruktion die elastische Verformbarkeit des Preßstempels (oder der ganzen Umformmaschine) zur Hubvariation des Preßstempels ausnutzen. Es könnten jedoch in keinem Falle die an der Umformung beteiligten Kräfte konstant gehalten werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß das Präzisionsschmiedeverfahren auf nahezu allen einfachwirkenden Umformmaschinen verwendet werden kann, wobei für eine Massenfertigung zum einen eine möglichst große Umformgeschwindigkeit erreichbar sein soll und zum anderen die Möglichkeit gegeben sein soll, die maximal auftretenden Kräfte genau einzustellen.

Diese Aufgabe wird durch die Ausbildung nach dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht in erster Linie aus zwei längsverschieblich gelagerten Hydraulikkolben und einem Vorrichtungsgehäuse, in dem sich beide Kolben befinden. Die Kolben sind unterschiedlich groß. Der kleinere Kolben — der Preßstempelkolben — ist mit dem Preßstempel verbunden, der durch einen Kanal im größeren Kolben — dem Werkzeugkolben — aus der Vorrichtung herausgeführt wird. Der Preßstempelkolben ist kleiner als der Werkzeugkolben, da die Umformkraft geringer ist als die Werkzeugschließkraft. Die Unterseite der beiden Kolben steht mit einer Hydraulikflüssigkeit in Verbindung. Das Flüssigkeitsvolumen unter dem Werkzeugkolben steht mit dem Flüssigkeitsvolumen unter dem Preßstempelkolben in Verbindung.

Zur Verwendung der Vorrichtung wird diese auf dem Maschinentisch einer einfachwirkenden Umformmaschine so montiert, daß der Preßstempel nach oben weist. Das Gesenk wird auf dem Werkzeugkolben so montiert, daß der über die Kolbenoberfläche hinausragende Preßstempel in den Kanal, der sich in einer der beiden Gesenkhälften befindet (Untergesenk), hineinragt. Bei der Umformung drückt der Pressenstößel der Umformmaschine das Gesenk und damit den Werkzeugkolben nach unten. Der Werkzeugkolben verdrängt dabei Hydraulikflüssigkeit. Die Flüssigkeit strömt unter den Preßstempelkolben und bewirkt, daß der Kolben und damit auch der Preßstempel steigt. Da die Volumenströme unter dem Werkzeugkolben und unter dem Preßstempelkolben gleich groß sind, die Fläche des Preßstempelkolbens jedoch kleiner ist als die des Werkzeugkolbens, ist die absolute Preßstempelgeschwindigkeit größer als die absolute Werkzeugkolben- geschwindigkeit, die mit der Geschwindigkeit des Pressenstößels identisch ist. Dem Eindringen des Preßstempels in den Gesenkhohlraum und damit der eigentlichen Umformung, wirkt die Umformkraft entgegen. Es baut sich also unter dem Preßstempelkolben ein Druck auf, der zu jedem Zeitpunkt so groß ist, daß der Preßstempel die benötigte Umformkraft aufbringen kann. Da die Flüssigkeit unter dem Preßstempelkolben mit der unter dem Werkzeugkolben in Verbindung steht, wirkt dieser Druck gleichzeitig auch auf die Werkzeugkolbenfläche. Die Preßstempelkraft und die Werkzeugschließkraft steigen also zeitgleich und proportional zur benötigten Umformkraft. Das Verhältnis von Preßstempelkraft zu Werkzeugschließkraft ist nur durch das geometrische Flächenverhältnis der beiden Kolben bestimmt und so-

mit konstant.

In den Patentansprüchen 2 und 3 sind zwei Möglichkeiten der Lagerung des Preßstempelkolbens angegeben. Wird der Preßstempelkolben nach Anspruch 2 im Vorrichtungsgehäuse gelagert, so addieren sich die absolute Werkzeugkolbengeschwindigkeit und die absolute Preßstempelkolbengeschwindigkeit zur relativen Geschwindigkeit des Preßstempels zum Gesenk. Wird der Preßstempelkolben nach Anspruch 3 in dem Werkzeugkolben gelagert, so ergibt sich die relative Geschwindigkeit des Preßstempels zum Gesenk aus der Differenz von Preßstempelkolbengeschwindigkeit und Werkzeugkolbengeschwindigkeit. Da aber die Preßstempelkolbengeschwindigkeit größer ist als die Werkzeugkolbengeschwindigkeit, ist auch bei dieser Lagerung des Preßstempelkolbens die Eindringgeschwindigkeit des Preßstempels in das Gesenk größer als die absolute Pressenstößelgeschwindigkeit, die ja mit der Geschwindigkeit des Werkzeugkolbens identisch ist. Die Lagerung des Preßstempelkolbens im Vorrichtungsgehäuse ergibt also die größtmögliche Umformgeschwindigkeit.

In den Patentansprüchen 4 bis 7 sind weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung angegeben. Der Ablauf eines Umformvorganges soll unter Berücksichtigung der Lehren nach den Patentansprüchen 4, 5, 6 und 7 näher erläutert werden. Der Pressenstößel drückt über das Gesenk den Werkzeugkolben immer weiter nach unten, wobei der Preßstempelkolben immer weiter steigt und der Preßstempel immer weiter in den Gesenkhohlraum eindringt. Die zur Umformung benötigte Kraft nimmt mit dem Weg, den der Preßstempel in den Gesenkhohlraum eindringt und der ein Maß für den Umformungsgrad ist, zu. Der Flüssigkeitsdruck in der Vorrichtung steigt dabei proportional zur Umformkraft. Der Druckanstieg erfolgt so lange, bis der an den Druckbegrenzungsventilen eingestellte Nenndruck erreicht ist. Die Ventile öffnen dann und entlassen Hydraulikflüssigkeit aus der Vorrichtung in einen Vorratsbehälter. Eine weitere Abwärtsbewegung des Werkzeugkolbens führt dann zu keinem weiteren Druckanstieg. Der Umformvorgang ist dann beendet, und die Kolben werden auf ihre Ausgangsposition zurückgestellt. Dies geschieht mittels geeigneter Rückstellvorrichtungen. Der Flüssigkeitsverlust, der bei Erreichen des Nenndruckes durch das Öffnen der Druckbegrenzungsventile auftritt, wird dabei über eine Verbindung zum Vorratsbehälter ausgeglichen. Die Verbindung ist mit einem Rückschlagventil gegen Flüssigkeitsaufnahme beim Arbeitshub gesichert.

Zusammengefaßt sind die Vorteile des Präzisions-schmiedens mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung gegenüber der Fertigung mit doppeltwirkenden Umformmaschinen folgende:

- Anwendbarkeit auf nahezu allen einfachwirkenden Umformmaschinen (Flexibilität, Kosteneinsparungen).
- Hohe Umformgeschwindigkeit (Kosteneinsparungen).
- Die auftretenden Kräfte sind genau einstellbar (gleichbleibende Schmiedeergebnisse).
- Hinzu kommt, daß die Hydraulikflüssigkeit im entlasteten Zustand entspannt ist, was die Vorrichtung wartungsfreundlich macht.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer Vorrichtung zum Präzisions-schmieden auf einer einfachwirkenden Umformmaschine,

Fig. 2 und 3 die Vorrichtung nach Fig. 1 mit einem im Vorrichtungsgehäuse gelagerten Preßstempelkolben und

Fig. 4 die Vorrichtung nach Fig. 1 mit einem im Werkzeugkolben gelagerten Preßstempelkolben.

Gleiche Bauteile in den Figuren der Zeichnung sind mit den gleichen Bezugszahlen versehen.

Die Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zum Präzisions-schmieden, die auf dem Maschinentisch einer einfachwirkenden Umformmaschine mit Gesenk 26a, 26b montiert ist. Das Gesenk 26a, 26b befindet sich auf einem Werkzeugkolben 2. Beim Umformen drückt ein Pressenstößel 27 das Gesenk und den Werkzeugkolben 2 nach unten. Der Werkzeugkolben 2 drückt Hydraulikflüssigkeit unter einen Preßstempelkolben 5. Ein Preßstempel 3 steigt nach oben. Die Preßstempelgeschwindigkeit relativ zum Gesenk ist größer als die Pressenstößelgeschwindigkeit. Die Geschwindigkeiten von Gesenk und Preßstempel sind entgegengesetzt. Der Flüssigkeitsdruck in der Vorrichtung steigt proportional zur Umformkraft. Druckbegrenzungsventile 11 legen den maximalen Druck fest. Die Vorrichtung arbeitet schneller als die Umformmaschine und ermöglicht gleichbleibende Schmiedeergebnisse, da die Maximalkräfte konstant bleiben. Werkzeugkolben 2 und Preßstempelkolben werden nach Beendigung des Umformvorganges mittels geeigneter Rückstellvorrichtungen 24, 25 in ihre Ausgangspositionen zurückbewegt. Die weiteren Bauteile der Vorrichtung werden nachfolgend anhand der weiteren Figuren beschrieben.

Die Fig. 2 zeigt eine Vorrichtung zum Präzisions-schmieden, bei der ein Werkzeugkolben 2 im Vorrichtungsgehäuse 1 verschieblich gelagert ist. Ein Preßstempel 3 ist über eine Verbindungsstange 4 mit einem Preßstempelkolben 5 verbunden. Preßstempelkolben 5, Verbindungsstange 4, Preßstempel 3 und Werkzeugkolben 2 sind mittig zueinander angeordnet, d. h. daß ihre Mittelachsen identisch sind. Der Preßstempelkolben 5 ist in einem zylindrischen Hohlraum 6, der unterhalb des Werkzeugkolbens 2 liegt und durch eine Gehäuseplatte 7 vom Arbeitsraum 8 des Werkzeugkolbens 2 getrennt ist, verschieblich gelagert. Der Preßstempel 3 wird mittels der Verbindungsstange 4 oben aus der Vorrichtung herausgeführt. Die Verbindungsstange 4 durchdringt dabei die Gehäuseplatte 7 und ragt in einen Kanal im Werkzeugkolben 2. Die Spitze des Preßstempels 3 befindet sich oberhalb der oberen Werkzeugkolbenfläche. Ein Arbeitsraum 8 unter dem Werkzeugkolben steht mit einem Arbeitsraum 9 unter dem Preßstempelkolben durch Bohrungen 10 in Verbindung. Die Arbeitsräume 8 und 9 sowie die Verbindungsbohrungen 10 sind mit Hydraulikflüssigkeit gefüllt. Um den Strömungsquerschnitt groß zu gestalten, sollten möglichst viele Verbindungsbohrungen vorhanden sein. Wird beim Arbeitshub der Nenndruck erreicht, so öffnet ein Druckbegrenzungsventil 11 und entläßt Hydraulikflüssigkeit aus dem Arbeitsraum 8 über eine Zuleitung 12 in einen Vorratsbehälter 13. Das Nachströmen des Flüssigkeitsvolumens aus dem Vorratsbehälter 13 in den Arbeitsraum 8 geschieht bei der Rückstellung der Kolben über eine Zuleitung 14, wobei ein Rückschlagventil 15 öffnet. Als Rückstellvorrichtungen sind in diesem Beispiel Schraubenfedern verwendet. Eine Schraubenfeder 16 dient zur Rückstellung des Preßstempelkolbens 5. Sie befindet sich in dem zylindrischen Hohlraum 6 und

stützt sich an der Oberseite des Preßstempelkolbens 5 und an der Unterseite der Gehäuseplatte 7 ab. Der zylindrische Hohlraum 6 ist über Verbindungskanäle 17 mit der Umgebung verbunden. Die Kanäle ermöglichen einen Luftvolumenausgleich im Hohlraum 6. Die Rückstellung des Werkzeugkolbens 2 geschieht mit Hilfe einer Schraubenfeder 18, die sich im Arbeitsraum 8 befindet und sich an der Unterseite des Werkzeugkolbens 2 und der Oberseite der Gehäuseplatte 7 abstützt.

Die Rückstellgeschwindigkeit kann mittels Drosselrückschlagventilen, die in die Verbindungsbohrungen 10 eingebaut werden können, beeinflußt werden. Es ist dann sinnvoll, die Ventile so einzubauen, daß sie beim Arbeitshub vollständig geöffnet sind und dem Flüssigkeitsstrom nur einen geringen Widerstand entgegensetzen. Strömt die Flüssigkeit bei der Rückstellung in entgegengesetzter Richtung, so schließen die Ventile bis auf einen kleinen Querschnitt.

Es baut sich ein Druck auf, der der Rückstellung entgegenwirkt.

Die Fig. 3 zeigt eine Vorrichtungsvariante, bei der die Kolbenanordnung die gleiche ist wie die bei der Vorrichtung aus Fig. 2. Bei der Preßstempelkolben-Rückstellvorrichtung handelt es sich jedoch nicht um eine mechanische Feder, sondern um eine hydraulische Rückstellvorrichtung, bei der der Druck eines in einem Druckspeicher 22 befindlichen Gases auf eine Flüssigkeit übertragen wird, die mit einer Fläche auf der Oberseite des Preßstempelkolbens 5 in Verbindung steht. In Fig. 3 wird die druckbeaufschlagte Fläche durch einen Zylinder 19, der sich zwischen dem Preßstempelkolben 5 und der Verbindungsstange 4 befindet und dessen Durchmesser kleiner ist als der des Preßstempelkolbens, abgegrenzt. Die druckbeaufschlagte Fläche steht mit einem Flüssigkeitsvolumen 20 in Verbindung, welches wiederum über eine Leitung 21 mit dem Druckspeicher 22 verbunden ist.

Die Fig. 4 zeigt eine Vorrichtungsvariante mit im Werkzeugkolben 2 gelagertem Preßstempelkolben 5. Die Unterschiede zur oben beschriebenen Variante werden kurz dargestellt. Die gesamte Preßstempereinheit, bestehend aus Preßstempel 3, Verbindungsstange 4 und Preßstempelkolben 5 befindet sich samt zylindrischem Hohlraum 6 und Preßstempelkolben-Rückstellfeder 16 innerhalb des Werkzeugkolbens 2. Anstelle der Verbindungsbohrungen 10 der oben beschriebenen Variante tritt hier zweckmäßigerweise eine zentrale Bohrung 7 im Werkzeugkolbenboden, deren Durchmesser fast so groß sein kann wie der des Preßstempelkolbens 5. Sollen auch hier zur Beeinflussung des Rückstellvorganges Drosselrückschlagventile eingesetzt werden, müssen anstelle der strömungsgünstigen großen Bohrung 10 mehrere kleine Bohrungen treten, in die die Ventile eingebaut werden können.

Anders als dargestellt können der Vorratsbehälter 13, das Druckbegrenzungsventil 11 und das Rückschlagventil 15 sowie die Leitungen 12 und 14 innerhalb des Vorrichtungsgehäuses 1 untergebracht werden.

Des weiteren ist es möglich, die Hydraulikflüssigkeit z. B. durch Verwendung eines Druckspeichers anstelle des Vorratsbehälters 13 vorzuspannen. Eine Rückstellvorrichtung für den Werkzeugkolben kann dann entfallen.

Umformmaschinen mit einem die Umformung durchführenden, einseitig in einen Hohlraum eines Gesenks eindringenden Preßstempel, gekennzeichnet durch einen durch den Pressenstößel (27) betätigbaren Werkzeugkolben (2), auf dessen einer Seite das Gesenk (26a, 26b) angeordnet ist und dessen andere Seite mit einem Flüssigkeitsvolumen (8) in Verbindung steht, und einem mit dem Preßstempel (3) in Wirkverbindung stehenden Preßstempelkolben (5), der mit einem Flüssigkeitsvolumen (9) in Verbindung steht, das mit dem Flüssigkeitsvolumen (8) verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Preßstempelkolben (5) im Vorrichtungsgehäuse (1) geführt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Preßstempelkolben (5) in dem Werkzeugkolben (2) geführt ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugkolben (2) und der Preßstempelkolben (5) von Rückstellvorrichtungen (24, 25) beaufschlagbar sind, die die Kolben (2, 5) nach Beendigung des Umformvorganges in ihre Ausgangspositionen zurückbewegen.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellvorrichtungen mechanische Federn oder Flüssigkeitsfedern oder Gasfedern sind, die innerhalb der Vorrichtung angebracht sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasfedern mit externen Druckspeichern und einer Flüssigkeit als Druckübertragungsmedium arbeiten.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellvorrichtungen mit Kompressoren arbeiten.

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur exakten Einstellung der bei der Umformung auftretenden Kräfte der maximal mögliche Druck der Hydraulikflüssigkeit durch Druckbegrenzungsventile (11), die bei jedem Arbeitshub eine gewisse Flüssigkeitsmenge in einen Vorratsbehälter (13) entlassen, festgelegt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das durch das Öffnen der Druckbegrenzungsventile (11) aus den Flüssigkeitsvolumina (Arbeitsräumen) (8, 9) entlassene Flüssigkeitsvolumen über eine Verbindung (14) mit dem Vorratsbehälter (13), die mittels Rückschlagventilen (15) gegen Flüssigkeitsaufnahme gesichert ist, nachgesaugt wird.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

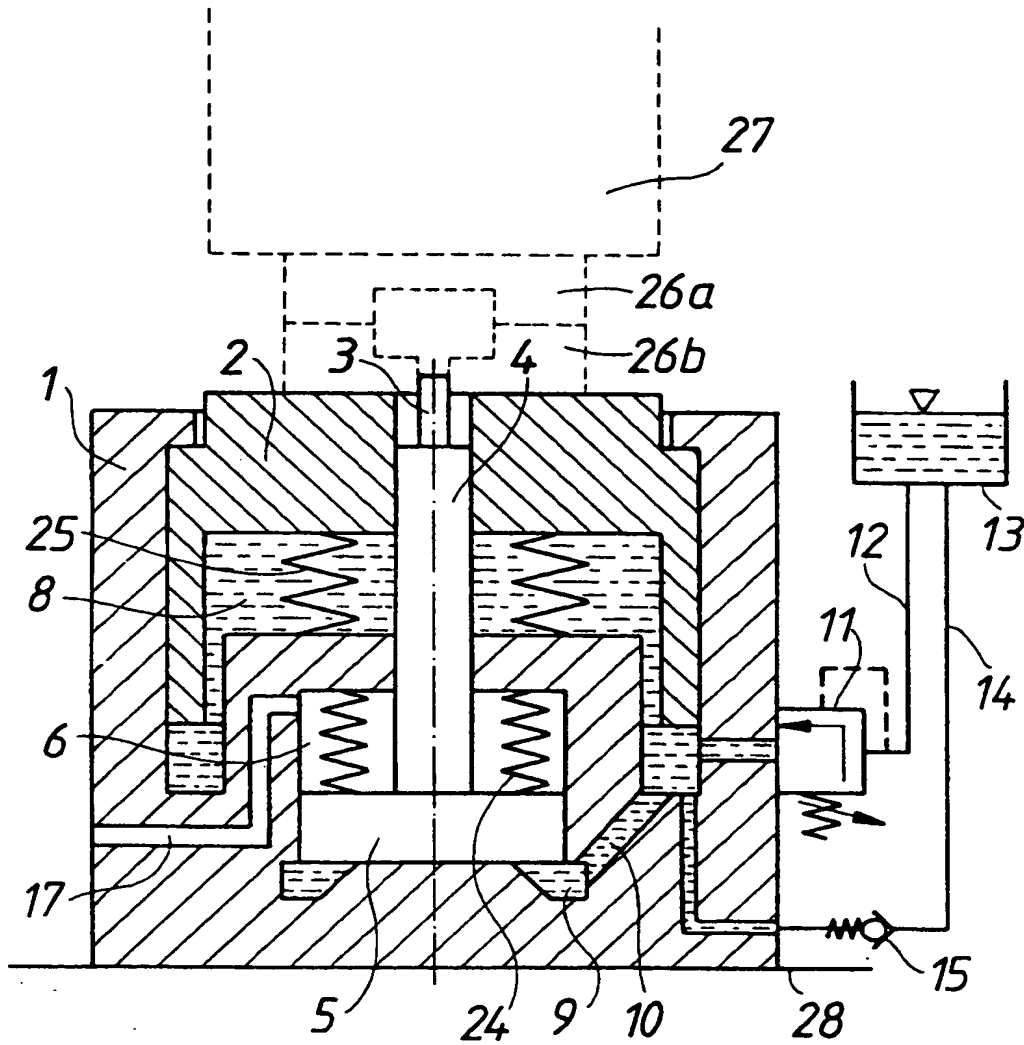


Fig.1

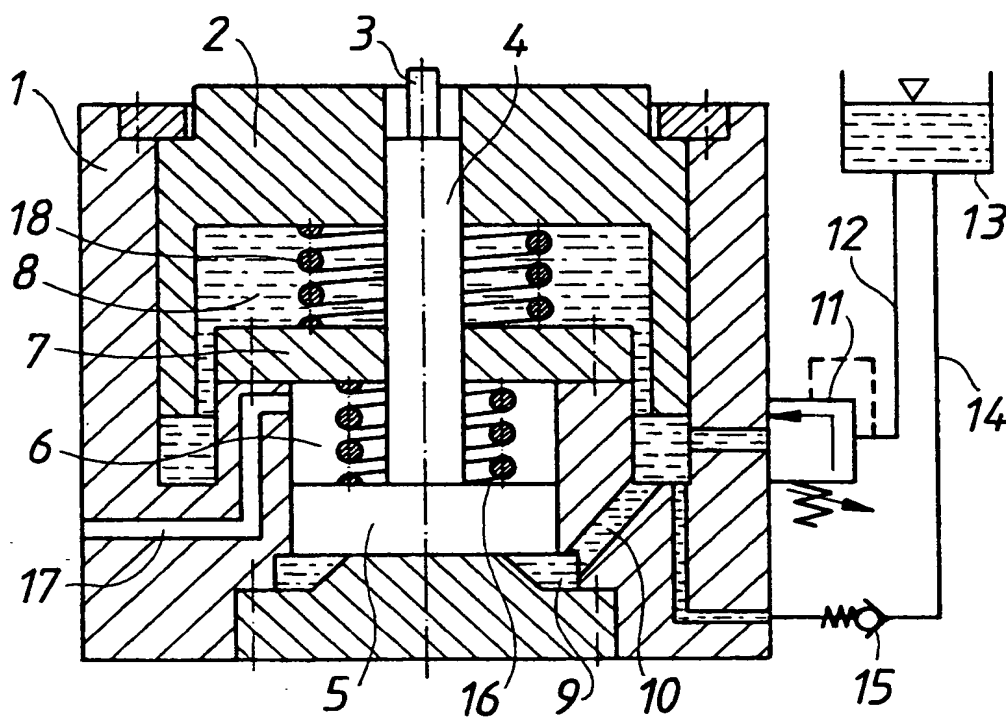


Fig. 2

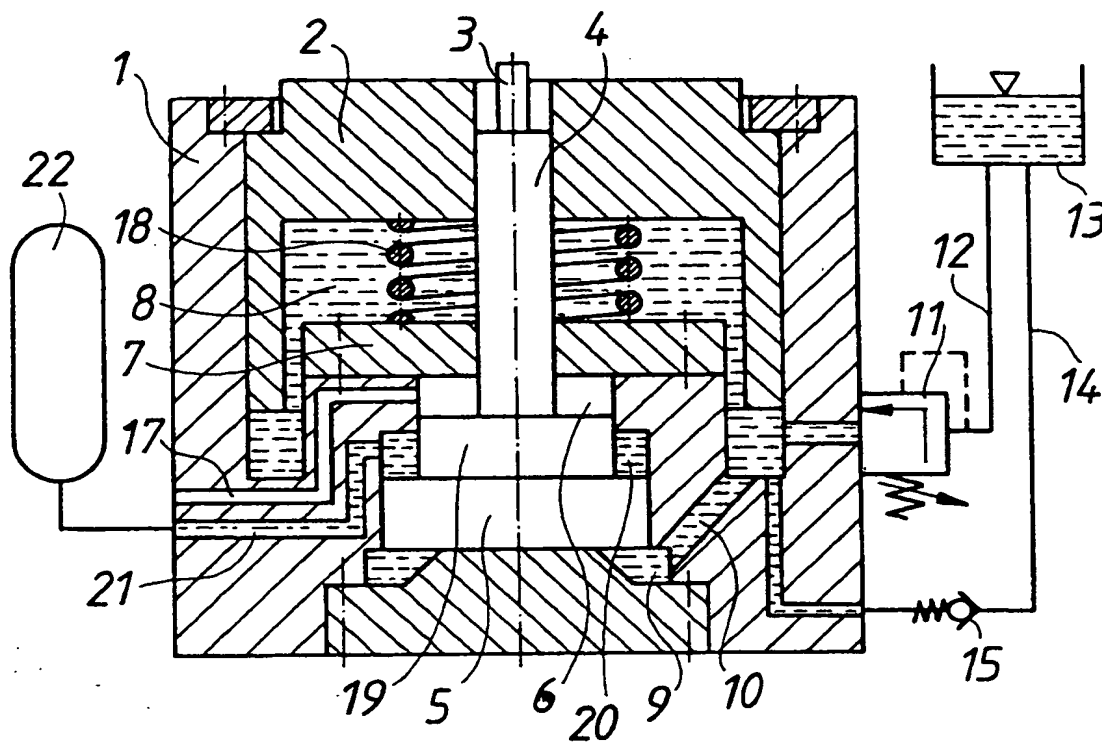


Fig. 3

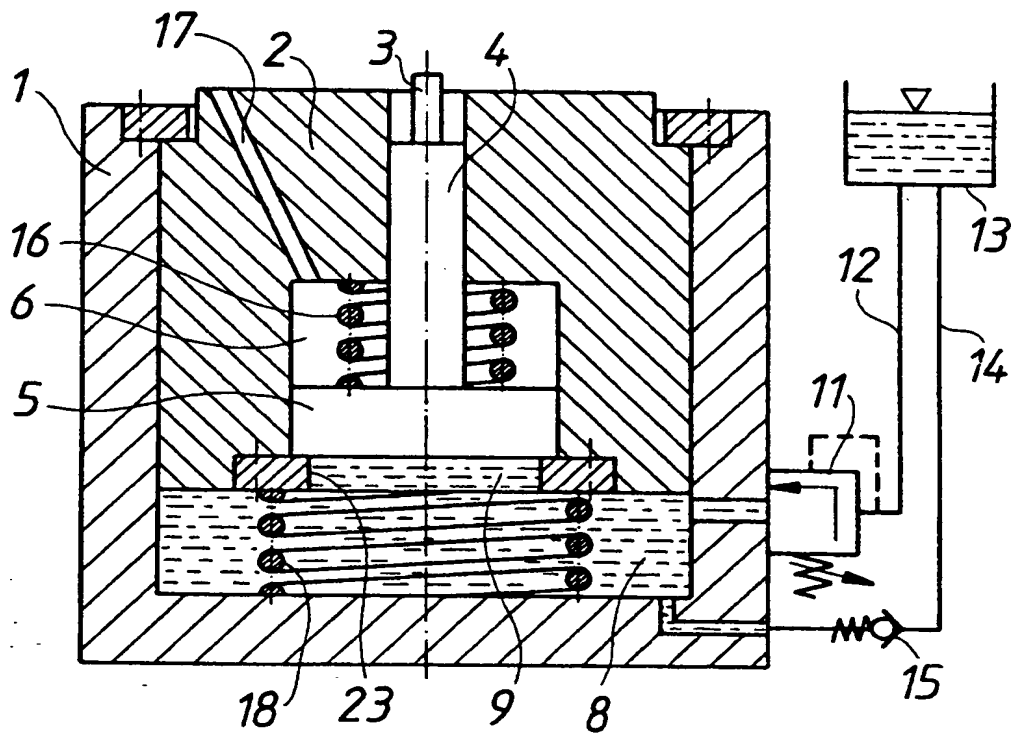


Fig. 4